

# CLIMATOLOGÍA DE VIENTOS LIGEROS SOBRE EUROPA A PARTIR DEL REANÁLISIS ERA5 (1979-2018)

## LOW-WIND CLIMATOLOGY OVER EUROPE BASED ON ERA5 (1979-2018) REANALYSIS

Claudia Gutiérrez<sup>(1)</sup>, María Ofelia Molina<sup>(2)</sup>, María Ortega<sup>(3)</sup>, Noelia López-Franca<sup>(3)</sup>, Enrique Sánchez<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Dept Física y Matemáticas, UAH; Fac. Biología, Ciencias Ambientales y Química, Alcalá de Henares; [claudia.gutierrez@uah.es](mailto:claudia.gutierrez@uah.es)

<sup>(2)</sup> Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal; [mosanchez@ciencias.ulisboa.pt](mailto:mosanchez@ciencias.ulisboa.pt)

<sup>(3)</sup> Inst. Ciencias Ambientales, UCLM; Av. Carlos III s/n; Toledo; [maria.ortega@uclm.es](mailto:maria.ortega@uclm.es), [noelia.lopezfranca@uclm.es](mailto:noelia.lopezfranca@uclm.es)

<sup>(4)</sup> Fac. CC Ambientales y Bioquímica, UCLM; Av. Carlos III s/n; Toledo; [e.sanchez@uclm.es](mailto:e.sanchez@uclm.es)

## SUMMARY

*Low-wind characterization from climatic and meteorological perspectives is a challenging research area, as there is no objective definition for these atmospheric conditions, locally and over large regions. A definition based on light-breeze Beaufort wind scale threshold (3.3 m/s) with hourly data obtained from 0.25° ERA5 reanalysis for the 1979-2018 period is used to analyze their main climatic features over the whole European region, for both land and oceanic regions, once a validation with the limited amount of observational data is first made. Around 3500 low-wind hours/year are obtained, averaged over the 40-year period. Spatial patterns related to orography, oceanic areas and north-to-south gradients can be seen. Seasonal low-wind variability ranges around 20-25%, with important interannual variability. Consecutive low-wind hourly spells episodes last 5-10 days over land areas, with a mean spell length of around 20 hours, and more than 200 episodes per year.*

Desde una perspectiva climática, el viento ha sido estudiado con mucho menos detalle que otras magnitudes: temperatura, precipitación, balances de energía y humedad, o la circulación atmosférica. El viento presenta múltiples aspectos de interés desde una visión de horas o días, pero también en escalas temporales mucho más largas (estaciones, anuales), como parte del sistema climático: generación de energía eólica, caracterización de vientos regionales, tendencias en la circulación atmosférica, o efectos en la contaminación atmosférica. Dado su alto interés, se han desarrollado diversos productos en forma de atlas de viento (Davis et al., 2023).

El viento presenta una enorme variabilidad espacial y temporal en cualquier escala, lo que supone un reto y una dificultad para su descripción precisa y robusta. En comparación con la temperatura o la precipitación, existe una carencia enorme de bases de datos observacionales y, por tanto, una limitada capacidad para obtener una descripción precisa de sus principales características climáticas (Dunn et al., 2016). Para intentar compensar dichas limitaciones se emplean reanálisis, que resuelven las ecuaciones de la dinámica atmosférica en malla regular asimilando las observaciones disponibles. Diversos estudios han mostrado resultados satisfactorios frente a las observaciones de viento disponibles (Ramon et al., 2017; Molina et al., 2021). Europa es una región especialmente interesante para estudiar el viento debido a su orografía compleja, zonas costeras y variadas condiciones en la dinámica atmosférica (Dörenkämper et al., 2020). Sobre la península ibérica se han estudiado las características climáticas del viento (Azorín-Molina et al., 2014) y sus tendencias a largo plazo. Además de las estadísticas habituales (medias, variabilidad, tendencias), el estudio de condiciones extremas, o bien las colas de las distribuciones, resulta cada vez de más relevancia en los estudios climáticos. En relación al viento, cuando se analizan sus condiciones extremas, existen menos trabajos que sobre las otras estadísticas y en su mayor parte enfocados a vientos altos, como los huracanes u otras condiciones de vientos intensos. En cambio, las condiciones de bajo viento han sido menos estudiadas, a pesar de su enorme interés potencial, por ejemplo, para el recurso eólico o la caracterización climática de estos eventos. No existe una definición consensuada para determinar condiciones de vientos bajos, calmas del viento, o sequías eólicas, desde una perspectiva energética.

Este trabajo propone el uso del umbral de 3.3 m/s (brisa ligera), basado en la escala de vientos de Beaufort (WMO, 2018). Corresponde a su categoría 2, que varía desde 0 (calmas) a 12 (huracanes). Además de su caracterización climática, también se analizará estadísticamente su persistencia, empleando datos horarios de la velocidad del viento obtenidos mediante el reanálisis ERA5 para el periodo 1979-2018, sobre todo el continente Europeo, con una resolución espacial de 0.25°.

Los principales resultados obtenidos hasta el momento, con un foco específico en los resultados sobre la Península Ibérica, se indican a continuación, basados en el trabajo de Gutierrez et al. (2024) recién publicado:

- El promedio anual muestra 3500 h/año tanto en las observaciones como en las celdillas ERA5 en la mayoría de las estaciones, es decir, en torno al 40% de las horas del año.
- La variabilidad temporal es similar en las observaciones y celdillas de reanálisis, con en torno a 200 h por la noche, a 150 h por el día, y unos 1100 h para cada una de las cuatro estaciones del año.
- El mapa del percentil 10 de la velocidad del viento obtenido con el reanálisis, como una primera aproximación de condiciones de bajo viento (876 h) presenta una correlación muy alta con el de viento medio (0.98), con un 79% de celdillas por debajo de 3.3 m/s. El mapa de horas/año por debajo de 3.3 m/s muestra más de 4300 h/año (mitad de las horas) sobre la mayor parte de las áreas continentales, mientras que sobre las zonas oceánicas, y en particular sobre el Atlántico, se obtienen menos de 500 h/año.
- La variabilidad temporal del viento ligero sobre grandes subregiones continentales y oceánicas muestra ligeros máximos en verano respecto al resto del año. En la Península Ibérica los valores medios oscilan entre 1500 h en invierno y 1700 h en verano, en promedio. Las zonas oceánicas muestran valores claramente inferiores, en torno a 500 h/estación en el Mediterráneo, y menos en las costas de Portugal o el Mar del Norte.
- El estudio de los episodios consecutivos de bajo viento muestra eventos más largos de hasta 30 días cuando se emplea dato diario y hasta 10-20 días con dato horario, por ejemplo, en la Península Ibérica. La longitud media está en torno a 15 a 30 h/año, con 200 a 300 eventos anualmente.

Este trabajo pretende ser la base de diversos análisis futuros, entre los que cabe indicar los siguientes: analizar *ensembles* de modelos regionales de clima, como EuroCORDEX, para ver su capacidad para describir estas condiciones, para a continuación estudiar los escenarios de cambio climático y los cambios que pueden producir. También la caracterización de las condiciones más extremas de vientos bajos, es decir, condiciones de calma de viento (o incluso sequías eólicas), y estudiar las relaciones con patrones atmosféricos que los determinen, así como su conexión con procesos y mecanismos de generación eólica.

## REFERENCIAS

- Azorin-Molina, C. et al. (2014): *Homogenization and assessment of observed near-surface wind speed trends over Spain and Portugal, 1961–2011*. J. Climate, 27 (10), 3692-3712. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00652.1>
- Davis, N. N. et al. (2023): *The Global Wind Atlas: A high-resolution dataset of climatologies and associated web-based application*. Bull. Amer. Met. Soc., 104(8), E1507-E1525. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0075.1>
- Dörenkämper, M., et al. (2020): *The making of the new european wind atlas—part 2: Production and evaluation*. Geosci. Model Dev. Disc., 1-37. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-5079-2020>
- Dunn, R.J.H. et al. (2016): *Expanding HadISD: quality-controlled, sub-daily station data from 1931*. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems 5(2), 473-491. <https://doi.org/10.5194/gi-5-473-2016>
- Gutierrez, C., Molina, M., Ortega, M., López-Franca, N., Sánchez, E. (2024): *Low-wind climatology (1979-2028) over Europe from ERA5 reanalysis*. Clim. Dyn., in press.
- Hersbach, H., et al. (2020): The ERA5 global reanalysis. Q. J. R. Met. Soc. 146, 1999-2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>
- Molina, M.O., Gutiérrez, C., Sánchez, E. (2021): *Comparison of ERA5 surface wind speed climatologies over Europe with observations from the HadISD dataset*. Int. J. Climatol. 41, 4864-4878. <https://doi.org/10.1002/joc.7103>
- Ramon, J., et al. (2019): *What global reanalysis best represents near-surface winds?* Q. J. R. Met. Soc. 145 (724), 3236–3251. <https://doi.org/10.1002/qj.3616>
- WMO (2018): *Guide to instruments and methods of observation. vol I - measurement of meteorological variables*. Tech.Rep., World Meteorological Organization. <https://library.wmo.int/records/item/41650-guide-to-instruments-and-methods-of-observation>